

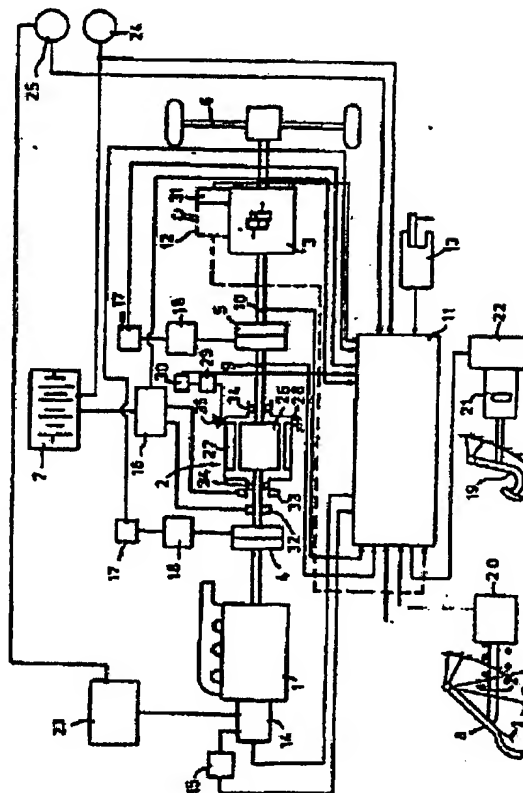
Hybrid drive arrangement

Patent number: DE3335923
Publication date: 1984-09-13
Inventor: OETTING HERMANN DR ING (DE); HEIDEMEYER PAULUS DIPL ING (DE); LEMKE KLAUS-JUERGEN ING GRAD (DE)
Applicant: VOLKSWAGENWERK AG (DE)
Classification:
- **International:** B60L11/18; B60L11/12
- **European:** B60K6/04B4; B60K6/04D2; B60K6/04D4; B60K6/04D10; B60K6/04D12; B60K6/04F; B60K6/04H4; B60K6/04T4S; B60L11/12
Application number: DE1983335923 19831003
Priority number(s): DE19833307955 19830307; DE1983335923 19831003

Report a data error here

Abstract of DE3335923

A hybrid drive arrangement for vehicles, in particular motor vehicles, has an electric machine (2) which can be fed from an electric energy store (7), if appropriate feeds back into it and is connected via a first switchable coupling (5) to a transmission (3) which drives at least one drive axle (6) of the vehicle and via a second switchable coupling (4) to a reciprocating piston internal combustion engine (1) which is connected in series to the electric machine. Here, the crankshaft of the reciprocating piston internal combustion engine is constructed without a flywheel and the flywheel mass which is required for compensating the unequal rotary force diagram of the reciprocating piston internal combustion engine (1) is essentially integrated into the rotor part (26) of the electric machine (2). According to the invention, the electric machine (2) also has an outer field component (27) which is held rotatably with respect to the fixed housing (35) and to the inner rotary component (26) which is mechanically connected to the couplings (4, 5), receives the field windings, and can be fixed to the fixed housing (35) by means of a brake device (28).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 33 35 923.7
22 Anmeldetag: 3. 10. 83
43 Offenlegungstag: 13. 9. 84

DE 3335923 A1

30 Innere Priorität: 32 33 31

07.03.83 DE 33079552

71 Anmelder:

Volkswagenwerk AG, 3180 Wolfsburg, DE

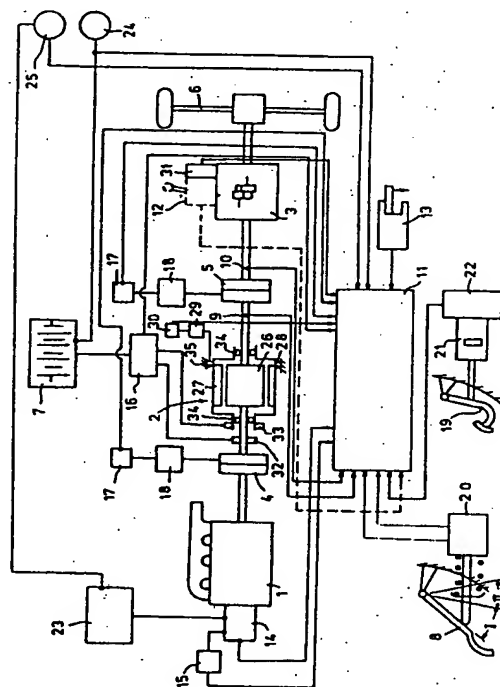
72 Erfinder:

Oetting, Hermann, Dr.-Ing., 3300 Braunschweig, DE;
Heidemeyer, Paulus, Dipl.-Ing., 3180 Wolfsburg, DE;
Lemke, Klaus-Jürgen, Ing. (grad.), 3174 Meine, DE

BEST AVAILABLE COPY

54 Hybrid-Antriebsanordnung

Eine Hybrid-Antriebsanordnung für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, weist eine aus einem elektrischen Energiespeicher (7) speisbare und gegebenenfalls in diesen rückspeisende elektrische Maschine (2) auf, die über eine erste schaltbare Kupplung (5) mit einem wenigstens eine Antriebsachse (6) des Fahrzeugs antreibenden Getriebe (3) und über eine zweite schaltbare Kupplung (4) mit einer zu der elektrischen Maschine in Reihe geschalteten Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) in Verbindung steht. Dabei ist die Kurbelwelle der Hubkolben-Brennkraftmaschine schwungradlos ausgebildet und die für den Ausgleich des ungleichförmigen Drehkraftdiagramms der Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) erforderliche Schwungmasse ist im wesentlichen in dem Läufer (26) der elektrischen Maschine (2) integriert. Erfindungsgemäß weist die elektrische Maschine (2) weiter ein gegenüber dem feststehenden Gehäuse (35) und dem mit den Kupplungen (4, 5) mechanisch verbundenen inneren Läufer (26) drehbar gehaltenes, die Feldwicklungen aufnehmendes äußeres Feldteil (27) auf, das an dem feststehenden Gehäuse (35) mittels einer Bremsvorrichtung (28) festlegbar ist.



DE 3335923 A1



VOLKSWAGEN WERK

AKTIENGESELLSCHAFT

3180 Wolfsburg

3335923

Unsere Zeichen: K 3402 D

1702pt-we-kl

30. Sep. 1983

A N S P R Ü C H E

1. Hybrid-Antriebsanordnung für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, mit einer aus einem elektrischen Energiespeicher speisbaren und gegebenenfalls in diesen rückspeisenden elektrischen Maschine, die über eine erste schaltbare Kupplung mit einem wenigstens eine Antriebsachse des Fahrzeugs antreibenden Getriebe und über eine zweite schaltbare Kupplung mit einer zu der elektrischen Maschine in Reihe liegenden Hubkolben-Brennkraftmaschine in Verbindung steht, wobei die Kurbelwelle der Hubkolben-Brennkraftmaschine schwungradlos ausgebildet ist und die für den Betrieb erforderliche Schwungmasse zumindest teilweise im rotierenden Teil der elektrischen Maschine integriert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (2) ein gegenüber dem feststehenden Gehäuse (35) und dem mit den Kupplungen (4, 5) mechanisch verbundenen inneren Läuferenteil (26) drehbar gehaltenes, die Feldwicklungen aufnehmendes äußeres Feldteil (27) aufweist, das an dem feststehenden Gehäuse (35) mittels einer Bremsvorrichtung (28) festlegbar ist.
2. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Läuferenteil (26) der elektrischen Maschine (2) nur mit einem zum Ausgleich des ungleichförmigen Drehkraftdiagramms der Hubkolben-Brennkraftmaschine (1) ausreichenden Trägheitsmoment ausgebildet ist.

3. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Feldteil (27) der elektrischen Maschine (2) als eine das Läuferteil (26) konzentrisch umgebende Ringhülse mit einem gegenüber dem Läuferteil verhältnismäßig großen Trägheitsmoment ausgebildet ist.
4. Hybrid-Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (2) als Asynchronmaschine mit in dem Feldteil (27) angeordneten Feldwicklungen und mit einer an dem Läuferteil (26) vorgesehenen Kurzschlußwicklung ausgebildet ist.
5. Hybrid-Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (2) als Synchron- oder Gleichstrommaschine mit jeweils dem Läuferteil (26) und dem Feldteil (27) zugeordneten Wicklungen und mit getrennten Schleifring- bzw. Kollektoranordnungen (32, 33) zur Stromzu- bzw. -abfuhr ausgebildet ist.
6. Hybrid-Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine zentrale elektronische Regeleinrichtung (11), die aufgrund ihr zugeführter Steuer- und Istwertsignale den Kupplungen (4, 5) sowie den Antriebsmaschinen (1, 2) und der Bremsvorrichtung (28) zugeordneten Stellgliedern (14, 15; 16; 31; 17, 18; 29, 30) Steuersignale zuführt.
7. Hybrid-Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Feldteil (27) der elektrischen Maschine (2) beim Abbremsen des Fahrzeugs durch entsprechende Feldregelung und Betätigung der Bremsvorrichtung (28) wahlweise zur rein elektrischen oder auch teils elektrischen und teils mechanischen Speicherung der kinetischen Energie des Fahrzeugs beaufschlagbar ist.

8. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine bei Betätigung des Bremspedals (19) auslösbare Vorrichtung (31) zur selbsttätigen Rückschaltung des Getriebes (3) in eine niedrigere Gangstufe vorgesehen ist.
9. Hybrid-Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine dritte schaltbare Kupplung (40) zur Verbindung des inneren Läuferteils (26) mit dem äußeren Feldteil (27) vorgesehen ist.
10. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte schaltbare Kupplung (40) in Abhängigkeit von den Betriebszustand der Brennkraftmaschine (1) kennzeichnenden Größen zur Verringerung der Ungleichförmigkeit des Brennkraftmaschinenantriebs einrückbar ist.
11. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte schaltbare Kupplung (40) in Abhängigkeit von der Drehzahl und der Belastung der Brennkraftmaschine (1) in der Weise einrückbar ist, daß sie bei Unterschreitung vorgegebener Drehzahlgrenzen, die mit steigender Belastung der Brennkraftmaschine ansteigen, zugeschaltet wird.
12. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte schaltbare Kupplung (40) in Abhängigkeit von Signalen eines den Ungleichförmigkeitsgrad des Brennkraftmaschinenantriebs erfassenden Sensors einrückbar ist.
13. Hybrid-Antriebsanordnung nach Anspruch 10 - 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitglied vorgesehen ist, das das Einrücken der dritten schaltbaren Kupplung erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne ermöglicht.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht nun darin, ausgehend von dieser bekannten Hybrid-Antriebsanordnung eine Weiterbildung vorzuschlagen, die trotz Aufrechterhaltung der Spontaneität der Brennkraftmaschine durch entsprechende Ausbildung der elektrischen Maschine zusätzliche Vorteile insbesondere hinsichtlich der Speicherung der kinetischen Fahrzeugenergie bei Fahrzeugabbremsungen sowie des Einsatzes dieser gespeicherten Energie für Antriebszwecke aufweist.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1. Erfindungsgemäß ist also nicht nur das Läuferteil drehbar gehalten, sondern auch das die Feldwicklungen aufweisende Ständerteil soll gegenüber dem feststehenden Gehäuse und dem Läuferteil drehbar gehalten sein, wobei das Feldteil bei Bedarf mittels einer besonderen Bremsvorrichtung mit dem feststehenden Gehäuse gekuppelt werden kann. Dadurch wird es möglich, das Läuferteil hinsichtlich seines Trägheitsmomentes so auszubilden, daß es gerade den Ausgleich des ungleichförmigen Drehkraftdiagramms der im übrigen schwungradlosen Hubkolben-Brennkraftmaschine bildet, daß also das Schwungrad der Brennkraftmaschine durch das Läuferteil der elektrischen Maschine dargestellt wird. Auf der anderen Seite kann das drehbar gehaltene Feldteil, das ein gegenüber dem Läuferteil wesentlich größeren Trägheitsmoment aufweisen soll, zur wirkungsvollen mechanischen Rückspeicherung kinetischer Energie beim Fahrzeugbremsbetrieb herangezogen werden. Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung ergeben sich gemäß den Unteransprüchen.

In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, die im folgenden näher erläutert werden. Dabei zeigen

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Hybrid-Antriebsanordnung und

Figur 2 in einem Ausschnitt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Hybrid-Antriebsanordnung.

In der Figur 1 der Zeichnung ist die Hubkolben-Brennkraftmaschine mit 1, die elektrische Maschine mit 2 und eine über ein Getriebe 3 angetriebene Achse des Fahrzeugs, das vorzugsweise durch ein Kraftfahrzeug gebildet sein kann, mit 6 beziffert. Die Läuferwelle 36 der mit einem elektrischen Energiespeicher 7 elektrisch verbundenen elektrischen Maschine 2 ist über eine erste schaltbare Kupplung 5 mit dem Übersetzungsgetriebe 3 und damit mit der angetriebenen Achse 6 sowie über eine zweite schaltbare Kupplung 4 mit der im übrigen schwungradlos ausgebildeten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 1 verbunden. Nach den betrieblichen Erfordernissen und/oder dem Wunsch des Fahrzeugführers können die beiden schaltbaren Kupplungen 4 und 5 mittels der nur schematisch angedeuteten Stellglieder 17 und 18 in bzw. außer Eingriff gebracht werden. Mit Vorteil können dabei elektro-pneumatische Stellglieder 18 eingesetzt werden, die über Magnetventile 17 oder dgl. angesteuert werden.

Da die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 1 ohne das sonst übliche Schwungrad ausgebildet ist, wird die für den Betrieb der Brennkraftmaschine und insbesondere für den Ausgleich des ungleichförmigen Drehkraftdiagramms erforderliche Schwungmasse im wesentlichen durch den mit 26 bezeichneten Läuferteil der elektrischen Maschine 2 gebildet. Die schwungradlose Ausbildung der Brennkraftmaschine 1 bedeutet nun, daß diese infolge ihrer geringen Masse sehr schnell und ruckfrei aus dem Stillstand heraus auf eine bestimmte Drehzahl beschleunigt werden kann, also sehr spontan reagiert. Andererseits bleibt sie bei Leerlast und Fortfall der wirksamen Schwungmasse selbst bei eingeschalteter Zündung und ausreichender Kraftstoffzufuhr nahezu unverzögert stehen, wenn die zweite schaltbare Kupplung 4 ausgerückt wird. Das gilt jedenfalls für Motoren mit nicht dauernd positivem Drehkraftdiagramm. Bei Motoren mit dauernd positivem Drehkraftdiagramm, zum Beispiel bei Sechszylinder-Motoren, müssen dagegen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, wie beispielsweise eine Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr, um den Motor zum Stillstand zu bringen. Ein Nichtabschalten der Zündung während des Stillsetzvorganges hat dabei den Vorteil, daß keine unverbrannten Kraftstoffanteile oder höhere Schadstoffemissionen erzeugt werden.

Das Feldteil der elektrischen Maschine 2 ist in der Zeichnung mit 27 bezeichnet und soll sowohl gegenüber dem feststehenden Gehäuse 35 als auch gegenüber dem Läuferenteil 26 drehbar gehalten sein. Zu diesem Zweck ist das Feldteil 27 auf der Läuferwelle 36 mittels Wälzlager 34 gelagert. Eine mit 28 angedeutete Bremsvorrichtung, die z.B. aus einer mittels eines hydraulischen Stellantriebs 29 betätigbaren Lamellenkupplung bestehen kann, dient zur wahlweisen Festbremsung des Feldteils 27 an dem feststehenden Gehäuse 35. Mit 30 ist dabei eine die hydraulische Stellvorrichtung 29 steuernde Ventilvorrichtung angedeutet.

Das Läuferenteil 26 der elektrischen Maschine 2 kann, wie in der Zeichnung angedeutet ist, eine Stromzu- bzw. abfuhr über Schleifring- bzw. Kollektoranordnungen 32 aufweisen, wie dies z.B. bei Synchronmaschinen und Gleichstrommaschinen üblich ist. Dem Feldteil 27 ist dann eine gesonderte Schleifring- bzw. Kollektoranordnung 33 zugeordnet. Eine Steuervorrichtung 16 übernimmt die Steuerung des Stromflusses von bzw. zu den Wicklungen.

Es ist jedoch auch ohne weiteres möglich, das Läuferenteil der elektrischen Maschine 2 ohne Kollektor- bzw. Schleifringanordnungen auszubilden, wie etwa bei Asynchronmaschinen mit Käfigläufer oder bei Synchronmaschinen mit wicklungslosem Läufer (z.B. Heteropolarmaschinen).

Um das Zusammenspiel der einzelnen Stell-, Schalt- und Steuerglieder aufeinander abzustimmen und miteinander zu koordinieren, ist eine zentrale elektronische Regeleinrichtung 11 vorgesehen, die im Ausführungsbeispiel lediglich schematisch angedeutet ist. Diese zentrale elektronische Regeleinrichtung führt entsprechend den ihr zugeführten Steuersignalen und/oder Istwert- bzw. Sollwert-Signalen den einzelnen Stell- und Steuergliedern der beiden Antriebsmaschinen 1 und 2, sowie der schaltbaren Kupplungen 4 und 5 die zu deren Betätigung bzw. Aussteuerung notwendigen Steuersignale zu. Neben den bereits aufgeführten Stell- und Steuergliedern, nämlich der Steuervorrichtung 16 zur Regelung der Stromzufuhr zu den Wicklungen des Läuferteils 26 und des Feldteils 27 sowie den Stell- und

Steuergliedern 29, 30 der Bremsvorrichtung 28 sowie den Stellgliedern 17, 18 der beiden schaltbaren Kupplungen 4 und 5 sind dies vor allem auch eine Steuervorrichtung 15 zur Steuerung einer die Kraftstoffzufuhr aus einem Kraftstoffbehälter 23 vornehmenden Kraftstoffzuführeinrichtung 14 der Hubkolben-Brennkraftmaschine 1. Dabei kann die Kraftstoffzuführeinrichtung 14 beispielsweise durch einen Vergaser oder eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung gebildet sein.

Das Anfahren des mit der in der Zeichnung gezeigten Hybrid-Antriebsanordnung ausgerüsteten Fahrzeuges kann nun in bekannter Weise ausschließlich mit Hilfe der elektrischen Maschine 2 erfolgen, wozu zunächst die zweite schaltbare Kupplung 4 durch entsprechende Steuerungsmaßnahmen ausgerückt wird. In diesem rein motorischen Betrieb der elektrischen Maschine 2 würde die Bremsvorrichtung 28 zur Festbremsung des Feldteils 27 an dem Gehäuse 35 betätigt werden. Je nach Art der eingesetzten elektrischen Maschine sowie der gewählten Regelungsart - eine Feldregelung oder kombinierte Anker/Feldregelung - werden während des Anfahrvorganges entweder nur die zweite schaltbare Kupplung 4 oder zusätzlich auch die erste schaltbare Kupplung 5 außer Eingriff gebracht. Im ersten Fall ist die elektrische Maschine 2 über die in Eingriff befindliche erste schaltbare Kupplung 5 sowie das Getriebe 3 mit der Antriebsachse 6 verbunden, so daß sie, ausgehend vom Stillstand, unter Last hochlaufen muß. Dies ist nur bei Vorliegen einer Ankerstrom- bzw. Ankerspannungsregelung möglich. Im zweiten Fall, wenn nämlich beide schaltbaren Kupplungen 4, 5 ausgerückt sind, wird allein die elektrische Maschine 2 aus dem Stillstand heraus hochgefahren, was im Leerlauf erfolgt, da sie von der Antriebsachse 6 getrennt ist. In diesem Falle ist es auch möglich, die Drehzahl der elektrischen Maschine in bekannter Weise mittels einer reinen Feldregelung zu verstellen, wobei das Hochlaufen aus dem Stillstand ohne äußere Last als Anlaßvorgang erledigt werden kann.

Wenn das Fahrzeug anschließend rein elektrisch angetrieben werden soll, wird nach Hochlaufen der elektrischen Maschine 2 die erste

schaltbare Kupplung 5 in Eingriff gebracht und damit der Verbindung zwischen der Antriebsachse 6 und der als Motor arbeitenden elektrischen Maschine 2 hergestellt. Die gewünschte Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs kann in gewohnter Weise durch Betätigung eines Fahrpedals 8 eingestellt werden, welches der zentralen elektronischen Regeleinrichtung 11 über eine nur schematisch angedeutete elektrische Schaltvorrichtung 20 ein der Fahrpedal-Auslenkung proportionales Steuersignal zuführt. Die zentrale elektronische Regeleinrichtung 11 bildet daraus ein entsprechendes Stellsignal für die Steuervorrichtung 16 der elektrischen Maschine 2 zugeordneten Wicklungen.

Der Antrieb des Fahrzeuges ausschließlich mittels der elektrischen Maschine 2 erfolgt mit Vorteil auf solchen Strecken, auf denen es auf geringe Emissionen und möglichst geräuschfreies Fahren ankommt, das heißt zum Beispiel im innerstädtischen Verkehr. Der Einsatz einer elektrischen Maschine bietet aber auch den bekannten Vorteil, bei der Abbremsung des Fahrzeugs zumindest einen Teil der abzubremsenden kinetischen Energie des Fahrzeugs in Form elektrischer Energie in den Energiespeicher 7 zurückzuspeisen. Das Bremspedal 19 des Fahrzeugs ist zu diesem Zweck in an sich bekannter Weise sowohl mit einem Hauptbremszylinder 21 eines üblichen hydraulischen Bremssystems des Fahrzeugs als auch mit einer elektrischen Schalteinrichtung 22 verbunden, mit der bei Betätigung des Bremspedals über die zentrale elektronische Regeleinrichtung 11 eine Umsteuerung der Elektromaschine in ihren generatorischen Betrieb bewirkt wird. Der Hauptbremszylinder 21 und die elektrische Schalteinrichtung 22 sind dabei so aufeinander abgestimmt und angeordnet, daß zunächst nur die elektrische Schalteinrichtung und erst später der Hauptbremszylinder wirksam wird. Die elektrische Schalteinrichtung 22 kann dabei mit Vorteil so ausgestaltet sein, daß der elektronischen Schalteinrichtung 11 ein mit dem Druck des Bremspedals 19 zunehmendes Steuersignal zugeführt wird, welches zunächst die Umsteuerung in den Generatorbetrieb bewirkt.

Neben der rein elektrischen Speicherung der kinetischen Energie des abzubremsenden Fahrzeuges im generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine 2 ist bei der erfindungsgemäßen Anordnung auch

eine gemischte elektrische und mechanische Speicherung möglich. Hierbei wird die Bremsvorrichtung 28 ausgerückt und das Feldteil 27, das mit einem gegenüber dem Läufer teil wesentlich größeren Trägheitsmoment versehen ist, während des Bremsbetriebs mit angetrieben, wobei das Feldteil als mechanischer Speicher wirkt. Die Kupplung zwischen dem Läufer teil 26 und dem Feldteil 27 wird dabei durch das elektrische Feld hergestellt. In diesem Fall wird also wenigstens ein Teil der kinetischen Fahrzeugenergie beim Abbremsen in dem als Schwungrad wirkenden Feldteil 27 der elektrischen Maschine 2 rein mechanisch gespeichert, was gegenüber der rein elektrischen Speicherung wesentlich wirkungsgradgünstiger ist. Auch die Rückführung dieser so gespeicherten Energie in die Antriebsachse 6 des Fahrzeugs ist nach Umkehrung der Antriebsweise möglich und mit sehr gutem Wirkungsgrad durchführbar. Dazu kann mit Vorteil vorgesehen sein, daß bei Betätigung des Bremspedals 19 eine selbsttätige Rückschaltung des Getriebes 3 in einen niedrigeren Gang vorgenommen wird, damit für die mechanische Energierückspeicherung in das Feldteil 27 eine ausreichende Drehzahldifferenz zum Läufer teil 26 vorhanden ist. Dazu ist in der Zeichnung beispielsweise eine dem Getriebe 3 zugeordnete Stellvorrichtung 31 angedeutet, die von der elektronischen Regeleinrichtung 11 nach entsprechender Signalgabe durch das Bremspedal 19 zur Getrieberückschaltung ansteuerbar ist.

Während bei anderen bekannten Schwungradspeicheranordnungen zur mechanischen Speicherung der kinetischen Energie des Fahrzeugs bei dessen Abbremsung in jedem Fall kontinuierlich veränderbare Getriebe erforderlich sind, kann bei der erfindungsgemäßen Anordnung auf ein solches, mitunter recht aufwendiges Getriebe gegebenenfalls verzichtet werden. Insbesondere können hier auch herkömmliche serienmäßige Zahnradgetriebe verwendet werden, da die entsprechende Anpassung der Drehzahlen zwischen der Antriebsachse und dem Speicherelement hier durch entsprechende Feldsteuerung

vorgenommen werden kann. Aus diesem Grunde können also bei der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung alle bekannten Fahrzeuggetriebe eingesetzt werden.

Neben dem rein elektrischen Anfahren und Antrieb des Fahrzeugs bei ausgerückter zweiter schaltbaren Kupplung 4 ist auch der Antrieb des Fahrzeugs zusätzlich oder alternativ mit Hilfe der Hubkolben-Brennkraftmaschine 1 möglich. Das Anwerfen der Hubkolben-Brennkraftmaschine kann dabei in einfacher Weise durch Einrücken der schaltbaren Kupplung 4 vorgenommen werden, wenn die Läuferwelle 36 eine Mindestdrehzahl erreicht hat. Mit dem Einrücken der Kupplung 4, was nach entsprechender Befehlsgabe des Fahrzeughalters oder aber auch ohne dessen besonderen Hinweis von der zentralen elektronischen Regeleinrichtung 11 durchgeführt wird, muß gleichzeitig auch die Kraftstoffzufuhr der Brennkraftmaschine durch entsprechende Ansteuerung der Kraftstoffzufuhrvorrichtung 14 über die Steuereinrichtung 15 und gegebenenfalls die Zündung der Brennkraftmaschine zugeschaltet werden. Da die Brennkraftmaschine 1 nur eine sehr geringe Schwungmasse aufweist, kann sie sehr schnell gestartet und auf die Drehzahl der Läuferwelle 36 beschleunigt werden. Je nach den Anforderungen der gefahrenen Strecke und der Umwelt hat der Fahrzeugführer nun die Möglichkeit, nach Bedarf oder nach Wunsch entweder gleichzeitig die Brennkraftmaschine 1 und die dazu in Reihe liegende elektrische Maschine 2 als Antriebsmaschine heranzuziehen oder auch nur mit einer der beiden Maschinen als Antriebsmaschine zu fahren. Für den Betrieb nur mit der Brennkraftmaschine zeigt sich dabei der Vorteil der relativ kleinen Schwungmasse des Läuferteils der elektrischen Maschine, dessen Trägheitsmoment im wesentlichen demjenigen eines herkömmlichen Motorschwungrades entspricht. Dies sichert eine ausreichend gute Spontaneität der Brennkraftmaschine, die insbesondere bei instationären Betriebszuständen besonders gefragt ist.

Bei Fahrten auf Steigungen und/oder bei Beschleunigungsphasen kann die elektrische Maschine 2 in bekannter Weise elektromotorisch unter Drehmomentaddition, das heißt als gleichzeitig wirkender Antriebsmotor betrieben werden. Auf Gefällestrecken und/oder bei Verzögerungsphasen, insbesondere bei Bremsbetrieb, kann die elektrische Maschine dagegen als Generator zur elektrischen Einspeisung in den Energiespeicher 7 und gegebenenfalls zusätzlich als mechanischer Speicher durch Speicherung von kinetischer Energie in dem sich drehenden Feldteil 27 verwendet werden.

Mit Vorteil ist es weiter möglich, das der Brennkraftmaschine 1 sowie der elektrischen Maschine 2 zugeordnete gemeinsame Fahrpedal 8 so auszubilden, daß innerhalb eines ersten Betätigungsbereiches I nur die eine der beiden Maschinen als Antriebsmaschine wirksam ist und daß innerhalb eines daran anschließenden zweiten Betätigungsbereiches II entweder die andere oder beide Maschinen gleichzeitig als Antriebsmaschinen herangezogen werden. Dazu ist das Fahrpedal 8 im Ausführungsbeispiel mit einer schematisch angedeuteten elektrischen Schaltvorrichtung 20 ausgerüstet, deren Ausgangssignale der elektronischen Regeleinrichtung 11 als Steuersignale zugeführt werden. Die zwei vorerwähnten Betätigungsbereiche des Fahrpedals 8 können dabei so gewählt sein, daß im Betätigungsbereich I nur die elektrische Maschine 2 als Motor wirksam ist und im Betätigungsbereich II sowohl die Brennkraftmaschine als auch die elektrische Maschine motorisch wirksam sind. Um die Variationsmöglichkeiten bezüglich des Einsatzes der Brennkraftmaschine und der elektrischen Maschine noch besser ausnutzen zu können, kann auch ein manuell betätigbarer elektrischer Lastsystem-Umschalter 13 vorgesehen sein. Dieser Lastsystem-Umschalter 13 ist mit der zentralen elektronischen Regeleinrichtung 11 verbunden, wobei durch seine Betätigung die Zuordnung des ersten Betätigungsbereiches I des Fahrpedals 8 zur Brennkraftmaschine 1 bzw. zur elektrischen Maschine 2 vertauscht wird. Dadurch wird in einfacher Weise die Möglichkeit eröffnet, das Fahrzeug im Bedarfsfalle in den jeweiligen Betriebs-

bereichen mit der jeweils anderen Maschine allein zu betreiben, z.B. zum leisen Fortfahren aus Schlafstätten mit der elektrischen Maschine oder bei Urlaubsbetrieb nur mit der Brennkraftmaschine, wobei die elektrische Maschine dann nur noch den Anlasser und die Lichtmaschine bildet.

Soll das Fahrzeug zunächst nur mit der Brennkraftmaschine 1 betrieben werden, dann wird diese in der Weise gestartet, daß bei zunächst ausgerückten schaltbaren Kupplungen 4 und 5 die elektrische Maschine 2 auf eine Mindestdrehzahl beschleunigt wird und daß danach bei eingeschalteter Zündung sowie zugeschalteter Kraftstoffzufuhrvorrichtung 14 die zweite schaltbare Kupplung 4 in Eingriff gebracht wird, wodurch die Brennkraftmaschine 1 angeworfen wird. Wenn die Brennkraftmaschine 1, wie eben geschildert, bei stillstehendem Fahrzeug angelassen wird, ist es - zumindest bei Einsatz eines mechanischen Schaltgetriebes - erforderlich, die erste schaltbare Kupplung 5 als Anfahrkupplung auszubilden, um das Fahrzeug aus dem Stillstand heraus durch entsprechend sanften Eingriff der Kupplung beschleunigen zu können. Mit Vorteil wird dabei die erste schaltbare Kupplung 5 als elektronisch regelbare Anfahrkupplung ausgebildet. Dazu ist getriebe- sowie maschinenseitig jeweils beiderseits der Kupplung 5 je eine Drehzahl-Erfassungsvorrichtung 9 bzw. 10 vorgesehen, deren Meßsignale zusammen mit einem von dem Fahrpedal 8 herleitbaren Lastsignal der zentralen elektronischen Regeleinrichtung 11 als Istwert zugeführt werden. Die elektronische Regeleinrichtung 11 bildet daraus geeignete Stellsignale für die Beaufschlagung der Stellglieder 17 und 18 zur Betätigung der ersten steuerbaren Kupplung 5, die auch bei der Betätigung eines dem Getriebe 3 zugeordneten Getriebeschalt- bzw. Wählhebels 12 verwendet werden können, um so die beim Schalten erforderlichen Kupplungsbetätigungen zu automatisieren.

Die durch die schwungradlose Ausführung der Brennkraftmaschine 1 begründeten spontanen Reaktionen auf Reglungsmaßnahmen machen sich besonders vorteilhaft auch dann bemerkbar, wenn die Brennkraftmaschine bei fahrendem Fahrzeug zwecks Kraftstoffverbrauchssenkung in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Fahrzeugs periodisch ab- und wieder

zugeschaltet wird. Mit Vorteil kann nämlich in solchen Betriebszuständen, in denen die zwischen den beiden Kupplungen 4 und 5 konzentrierte Schwungmasse der elektrischen Maschine mit einer oberhalb einer Mindestdrehzahl liegenden Drehzahl umläuft und in welchen die Brennkraftmaschine das Fahrzeug nicht antreibt, beispielsweise im Schubbetrieb, zumindest die zweite schaltbare Kupplung 4 zwischen Brennkraftmaschine 1 und elektrischer Maschine 2 außer Eingriff gebracht werden. In diesem Fall bleibt die schwungradlose Brennkraftmaschine nahezu unverzögert stehen, während die kinetische Energie der durch die drehenden Teile der elektrischen Maschine 2 gebildeten Drehmassen erhalten bleibt.

In diesem Zustand unterbricht die zentrale elektronische Regelungseinrichtung 11 zusammen mit dem Ausrücken der zweiten schaltbaren Kupplung 4 auch die Kraftstoffzufuhr und gegebenenfalls die Zündung und schaltet auch die elektrische Maschine 2 elektrisch vom elektrischen Energiespeicher 7 ab. Falls die Drehzahl der Läuferwelle 36 unter die vorerwähnte Mindestdrehzahl abzusinken droht, kann entweder die zweite schaltbare Kupplung 4 unter gleichzeitiger Zuschaltung der Kraftstoffzufuhr und eventuell der Zündung eingerückt werden, wodurch die Brennkraftmaschine 1 wieder gestartet wird. Es ist auch denkbar, während dieser Betriebsphase nicht nur die zweite schaltbare Kupplung 4, sondern zusätzlich zu dieser, etwa bei Absinken der Drehzahl unter einen vorgegebenen zweiten Drehzahlwert, auch die erste schaltbare Kupplung 5 in Eingriff zu bringen, sofern eine ausreichende Fahrgeschwindigkeit vorliegt. Um sicherzustellen, daß die Brennkraftmaschine 1 jederzeit wieder gestartet werden kann, könnte erforderlichenfalls, d.h. beim Abfall der Drehzahl der Läuferwelle 36 unter den oben erwähnten ersten Mindestwert, die elektrische Maschine 2 erneut als Motor zum Antrieb des Läuferteils 26 bei ausgerückten Kupplungen 4, 5 herangezogen werden. Da dazu relativ wenig Energie benötigt wird, können hierbei auch längere Stillstandsphasen des Fahrzeugs unter Gewährleistung jederzeitiger Wiederanwurfbereitschaft der Brennkraftmaschine überbrückt werden.

Der Vorgang des Aus- und Wiedereinschaltens der Brennkraftmaschine 1 kann insbesondere dadurch vorgenommen werden, daß die zweite und gegebenenfalls auch die erste schaltbare Kupplung 4 bzw. 5 selbsttätig von der zentralen elektronischen Regeleinrichtung 11 ausgerückt werden und die Brennkraftmaschine gegebenenfalls durch Sperren der Kraftstoffzufuhr ausgeschaltet wird, wenn das Fahrpedal 8 während der Betriebszeit des Fahrzeugs nicht betätigt wird, und daß die zweite schaltbare Kupplung 4 wieder in Eingriff gebracht und die Kraftstoffzufuhr wieder hergestellt wird, wenn das Fahrpedal 8 nach dieser Stillstands- oder Schubbetriebszeit wieder betätigt wird.

Zweckmäßigerweise wird der Energieinhalt des elektrischen Energiespeichers 7 kontinuierlich überwacht und beispielsweise über eine Anzeigevorrichtung 24 dem Fahrzeugführer signalisiert. Über die zentrale elektronische Regeleinrichtung 11 ist es möglich, zum Beispiel in den Betriebsphasen in denen das Fahrzeug ausschließlich mit der Elektromaschine angetrieben wird, bei Absinken des Energieinhalts auf einen Mindestwert selbsttätig die Brennkraftmaschine 1 zuzuschalten. In diesem Fall muß die elektrische Maschine 2 aus ihrem motorischen Betrieb herausgesteuert und je nach Anforderungen der Fahrstrecke entweder zur erneuten Aufladung des Energiespeichers 7 in den generatorischen Betrieb umgesteuert oder aber elektrisch vom elektrischen Energiespeicher 7 abgetrennt werden. Die kontinuierliche Überwachung des Energieinhaltes des elektrischen Energiespeichers ist wichtig, weil die elektrische Maschine nicht nur als Antriebsmaschine, sondern insbesondere auch als Anlaßmaschine für die Brennkraftmaschine benötigt wird und zumindest die dazu erforderliche Energie ständig vorhanden sein muß.

Von Vorteil ist es weiter, wenn der Treibstoffvorrat im Kraftstoffbehälter 23 kontinuierlich überwacht und in einer Anzeigevorrichtung 25 angezeigt wird. Bei dessen Absinken unter einen vorgegebenen Mindestwert könnte die Brennkraftmaschine unter Ausrücken der zweiten schaltbaren Kupplung 4 abgeschaltet und die elektrische Maschine 2 in den motorischen Betrieb zum Antrieb des Fahrzeugs umgesteuert werden.

Bezüglich der bei der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung verwendeten elektrischen Maschine läßt sich allgemein sagen, daß mit dieser ein sogenannter 4-Quadranten-Betrieb möglich ist. In Abhängigkeit von der Differenzdrehzahl zwischen dem äußeren Feldteil 27 und dem inneren Läuferteil 26, wobei sich die Drehzahl des äußeren Feldteils 27 aus der rein mechanischen Drehzahl des als Schwungrad umlaufenden Feldteils und der elektrischen Felddrehzahl zusammensetzt, ergeben sich dabei jeweils für den motorischen und den generatorischen Antrieb ein Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb. Bei ausreichend großer elektrischer Komponente kann also ein Rückwärtsantrieb rein elektrisch ausgelegt werden, so daß der sonst in dem Getriebe 3 - sei es nun ein abgestuftes oder ein stufenloses Getriebe, - vorzusehende Rückwärtsgang entbehrlich wird.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Hybrid-Antriebsanordnung zeigt sich insbesondere während des Bremsbetriebs des Fahrzeugs, beispielsweise auf längeren Gefällestrrecken, in denen die Bremswirkung der Antriebsmotoren zur Unterstützung der eigentlichen Fahrbremsanlage des Fahrzeugs herangezogen werden kann. Um diese Möglichkeit des Motorbremsens auch ohne die Betätigung des Fahrbremspedals zu erhalten, ist es denkbar, einen von Hand betätigbaren, auf die elektronische Regeleinrichtung 11 einwirkenden Schalter vorzusehen, mit dessen Hilfe das selbsttätige Ausrücken der beiden schaltbaren Kupplungen 4 und 5 und damit das selbsttätige Abschalten der Brennkraftmaschine 1 bei freigegebenem Fahrpedal erforderlichenfalls oberhalb einer Mindestdrehzahl willkürlich blockiert werden kann. Durch entsprechende Schaltung kann dabei die Bremswirkung im wesentlichen durch die elektrische Maschine 2 bewirkt werden, die gleichzeitig eine Rückspeicherung auf elektrischem und zusätzlich ggf. auf mechanischem Wege ermöglicht, so daß die dabei gespeicherte Energie später für den Antrieb des Fahrzeugs wieder verwendet werden kann. Insbesondere die Möglichkeit, das relativ große Trägheitsmoment des Feldteils 27 der elektrischen Maschine 2 zusammen mit dem allderdings wesentlich kleineren Trägheitsmoment des Läuferteils 26 bei ausgerückter Bremsvorrichtung 28 zur mechanischen Energiespeicherung

heranzuziehen, macht den besonderen Vorteil der vorliegenden Antriebsanordnung aus.

Um diese Möglichkeit der mechanischen Energiespeicherung noch zu verbessern, könnte auch, wie aus der Figur 2 hervorgeht, noch eine dritte Kupplung 40 zur Verbindung des inneren Läuferteils 26 mit dem äußeren Feldteil 27 vorgesehen sein. Diese Kupplung 40 würde dann ähnlich wie die beiden ersten Kupplungen 4 und 5 von einem über ein Magnetventil 42 angesteuerten elektro-pneumatischen Stellglied 41 entsprechend den Steuersignalen der zentralen elektronischen Regeleinrichtung 11 betätigt werden. Im geschlossenen Zustand dieser dritten Kupplung 40 - die Bremse 28 zur Festlegung des Feldteils 27 muß dann natürlich ausgerückt sein - wird das Feldteil 27 zusammen mit dem inneren Läuferteil 26 von der Brennkraftmaschine oder bei Betrieb des Fahrzeugs auf einer Gefällestrecke von der Fahrzeugmasse direkt angetrieben und als Schwungmasse zur rein mechanischen Energiespeicherung mit sehr günstigem Wirkungsgrad herangezogen.

Diese dritte schaltbare Kupplung 40 könnte auch dazu verwendet werden, die Schwungmasse der Brennkraftmaschine 1 im rein verbrennungsmotorischen Betrieb zu vergrößern. Für diesen Fall wäre es zweckmäßig, die dritte Kupplung 40 als spielfreie Kupplung auszubilden.

Damit wäre es zum Beispiel möglich, der Brennkraftmaschine 1, deren Kurbelwelle schwungradlos ausgeführt ist, je nach Betriebszustand unterschiedlich große Schwungmassen zuzuordnen. Während bei höheren Drehzahlen nur eine kleine Schwungmasse - die dritte Kupplung 40 ist dann ausgerückt - zur Sicherstellung eines runden und komfortablen Motorlaufs benötigt wird, könnte die sich bei niedrigen Drehzahlen durch ein deutliches Ruckeln anzeigende Komfortdrehzahlgrenze durch eine vergrößerte Schwungmasse - die dritte Kupplung 40 ist eingerückt - wirkungsvoll auf niedrigere Werte abgesenkt werden. Diese Grenzdrehzahl hängt im übrigen ab von der Zylinderzahl und dem Arbeitsverfahren der Brennkraftmaschine und liegt beispielsweise für Vierzylinder-Viertakt-Ottohubkolbenmaschinen deutlich unter 2000 U/min.

Sie ist weiter abhängig von der Belastung der Brennkraftmaschine, so daß es zweckmäßig wäre, das Einrücken dieser dritten schaltbaren Kupplung 40 zum Zwecke des Abbaus der Drehungleichförmigkeiten des Triebstranges nicht nur in Abhängigkeit von der Drehzahl, sondern auch von der Belastung der Brennkraftmaschine zu steuern. So könnte dieses Einrücken der dritten Kupplung bei niedriger Last bei kleineren Drehzahlen erfolgen als bei höherer Last. Auch wäre es denkbar, das Einrücken dieser Kupplung durch ein unmittelbar die Drehungleichförmigkeit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bzw. des gesamten Triebstranges messenden Sensor steuern zu lassen, der beispielsweise die Abweichungen der Drehzahl von einem Mittelwert erfaßt und bei Überschreitungen von vorbestimmten Grenzwerten das Zuschalten des zweiten Schwungmassenteils bewirkt.

Um zu verhindern, daß dieses Einrücken der Kupplung 40 auch bei nur kurzzeitigem Durchlaufen eines Betriebsbereiches mit Drehzahlruckeln erfolgt, kann ein Zeitglied vorgesehen sein, das dafür sorgt, daß dieses Zuschalten erst bei einem Verbleiben der Maschine in dem Ruckelbereich für eine längere vorgegebene Zeit von z.B. einer Sekunde durchgeführt wird.

Der Vorteil des Betriebs der Brennkraftmaschine 1 mit veränderlicher Schwungmasse besteht darin, insbesondere bei niedrigeren Drehzahlen die Ruckelgrenze deutlich absenken und damit einen gleichförmigeren und komfortableren Lauf gewährleisten zu können. Auch kann die Leerlaufdrehzahl spürbar erniedrigt werden, was sich auch im Kraftstoffverbrauch positiv bemerkbar macht. Insbesondere kann auf diese Weise das bisher recht unkomfortable Leerlaufverhalten von Dieselmotoren verbessert werden.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß für die spezielle Anordnung der Teile der elektrischen Maschine sowie der in der Figur 1 der Zeichnung gezeigten beiden ersten schaltbaren Kupplungen 4 und 5 verschiedene Ausführungsmöglichkeiten denkbar sind. So wäre es beispielsweise auch möglich, die beiden Kupplungen 4, 5 unmittelbar nebeneinanderliegend anzuordnen mit einem gemeinsamen

die Kupplungsdruckplatten aufnehmenden Teil, an dem auch das Läufer teil der elektrischen Maschine angebracht ist, während das Feldteil konzentrisch zu diesem Läufer teil und entweder auf diesem Läufer teil oder auf einer der Wellen drehbar gelagert ist.

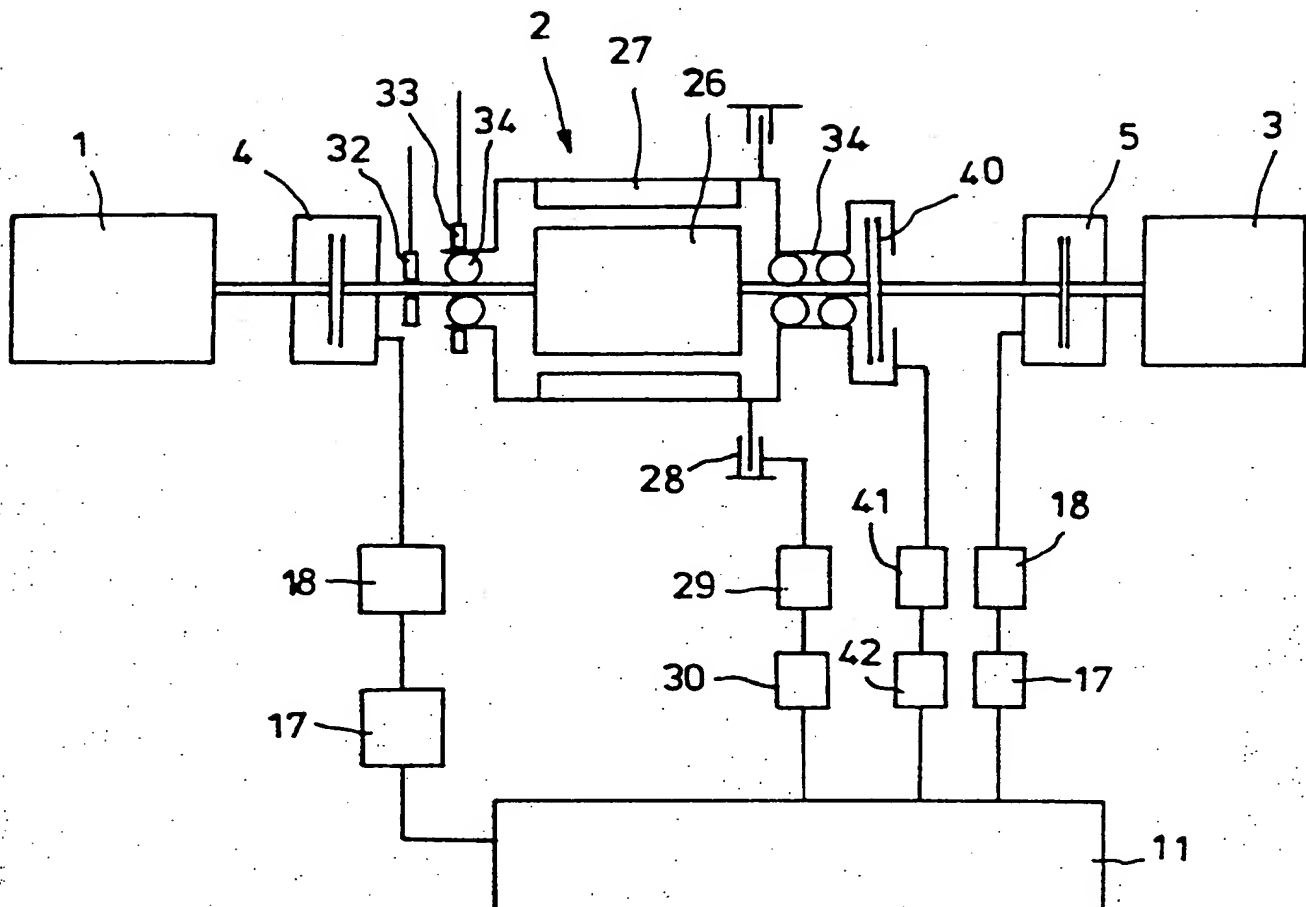


Fig.2

